Aus der Psychiatrischen und Neurologischen Klinik
und Poliklinik der Freien Universität Berlin
Direktor: Professor Dr. med. Helmut Selbach

BEITRAG ZUR QUANTITATIVEN EEG-ANALYSE PERIODISCHE KOMPONENTEN IM ZEITABLAUF DER ALPHA-AUSPRÄGUNG+

+mit Unterstützung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft

INAUGURAL-DISSERTATION
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an der ehem.
Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

1970

vorgelegt von
Petra Sternberg
aus Berlin

Aus der Psychiatrischen und Neurologischen Klinik
und Poliklinik der Freien Universität Berlin
Direktor: Professor Dr.med. Helmut Selbach

BEITRAG ZUR QUANTITATIVEN EEG'ANALYSE

PERIODISCHE KOMPONENTEN IM ZEITABLAUF DER ALPHA-AUSPRÄGUNG +

+mit Unterstützung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde
an der ehemaligen
Medizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Petra Sternberg
aus Berlin

Ehemaliger Dekan: Professor Dr.med. Herbert Lax
Referent: Professor Dr.med. Helmut Künkel
Korreferent: Professor Dr.med. Stanislaw K. Kubicki

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der ehemaligen Medizinischen
Fakultät der Freien Universität Berlin

Promoviert am: 12. Oktober 1970

Meinem Vater

dem Nervenarzt Dr.med. Wilhelm Friedrich Sternberg
1905-1968

gewidmet

INHALTSVERZEICHNIS

EINLEITUNG und FRAGESTELLUNG 5

METHODIK 7
Untersuchungs- und Analysegang
1. Registrierung
2. Analoge Vorverarbeitung
3. Digitale Weiterverarbeitung
4. statistische Analyse der Resultate

KRANKENGUT 25

ERGEBNISSE 27
I. Zeitfunktion der alpha-Ausprägung
1. Das arithmetische Mittel der alpha-Ausprägung
2. Der Variationskoeffizient der alpha-Ausprägung
3. Zwischenzusammenfassung
II. Die Spektren der Zeitfunktion
1. Die Anzahl der signifikanten Maxima
2. Die Prozentanteile der signifikanten Maxima
3. Die Verteilung der signifikanten Maxima über dem untersuchten Spektralbereich
4. Zwischenzusammenfassung
III. Zusammenfassung der Ergebnisse

DISKUSSION 37

ZUSAMMENFASSUNG 41

E I N L E I T U N G

Es ist bekannt, daß das Elektroencephalogramm in seiner zeitlichen und räumlichen Ausprägung sowohl durch endogene als auch durch exogene Faktoren stark beeinflußt wird (3, 11). Dabei hat es den Anschein, als variiere die hirnelektrische Aktivität im Zeitablauf rein zufällig.

Nun ist es in neueren Arbeiten von FENYÖ, HASZNOS, POOLE und KÜNKEL (6, 21, 22, 23, 17) gelungen, im Ablauf der paroxysmalen Dysrhythmie periodische Phänomene aufzudecken und diese bekannten physiologischen Rhythmen zuzuordnen.

So konnte KÜNKEL durch die statistische Analyse von Zeitreihen periodische Komponenten nachweisen, deren Frequenzen denen der Atemrhythmik und der Blutdruckwellen höherer Ordnung entsprachen. Das Auftreten periodischer Komponenten im pathologischen EEG der paroxysmalen Dysrhythmie führte zu der Frage, ob nicht auch innerhalb der normalen elektrischen Hirnaktivität - insbesondere innerhalb des alpha-Frequenzbandes - periodische Einflüsse wirksam werden. Durch Anwendung der u.a. auch von KÜNKEL verwendeten Methode zur Analyse biologischer Zeitreihen (17) war eine objektive Erfassung etwa auftretender periodischer Aktivität möglich. Durch eine nachfolgende varianzanalytische Untersuchung sollte die periodische Aktivität in ihrer Abhängigkeit von bestimmten Faktoren geprüft werden.

Ebenfalls mit Hilfe der Varianzanalyse sollte das aus der klinischen Beobachtung her bekannte Verhalten der alpha-Ausprägung objektiviert werden.

Daraus ergab sich folgende Fragestellung:

1. Zeigt die alpha-Ausprägung eine Abhängigkeit von Versuchsperson, Topographie, Seitenlokalisation und Therapie?

2. Weist die Variabilität der alpha-Ausprägung im Zeitablauf eine Abhängigkeit von Versuchsperson, Topographie, Seitenlokalisation und Therapie auf?

3. Variiert die zeitliche Ausprägung des alpha-Frequenzbandes rein zufällig, oder ist sie wenigstens teilweise periodischen Einflüssen unterworfen?

4. Lassen sich Beziehungen zwischen der periodischen Aktivität und bekannten physiologischen Rhythmen aufzeigen?

5. Wie verhält sich die periodische Aktivität unter dem Einfluß von Versuchsperson, Topographie, Seitenlokalisation und Therapie?

METHODIK

Untersuchungs- und Analysegang

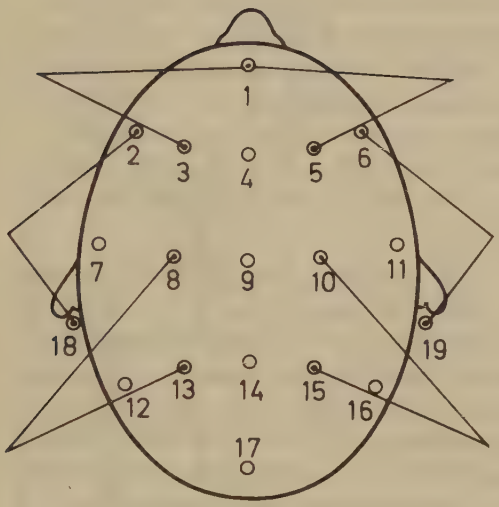
Der in dieser Arbeit angewandte Untersuchungs- und Analysegang soll etwas ausführlicher dargelegt werden, um den erheblichen apparativen Aufbau verständlich zu machen und um zu verdeutlichen, wie sich die Ergebnisse der einzelnen Untersuchungsgänge schrittweise entwickeln.

Die Unterteilung des methodischen Vorgehens in folgende vier Hauptabschnitte erscheint sinnvoll:

1. Registrierung
2. Analoge Vorverarbeitung
3. Digitale Weiterverarbeitung
4. Statistische Analyse der numerischen Ergebnisse

1. Registrierung

Die dieser Untersuchung zugrunde liegenden Elektroencephalogramme wurden unter den allgemein üblichen Standardbedingungen abgeleitet; und zwar unter weitestgehender körperlicher und psychischer Entspannung im Wachzustand bei geschlossenen Augen , möglichst unbeeinflußt von äußeren Störungen. Die Lokalisation der Ableiteelektroden lehnte sich eng an das international übliche 1o/2o-Elektrodensystem an (Abb. 1). Die Registrierung der Elektroencephalogramme und ihre Weiterverarbeitung mußte zeitlich getrennt durchgeführt werden, da der apparative Aufbau die Analyse jeweils nur eines einzelnen Kanales zuließ. Eine Beurteilung der hirnelektrischen Aktivität, die auf der Analyse eines einzelnen Kanales basiert, ist jedoch in keiner Weise aussagekräftig. Aus diesem Grunde war eine Untersuchung mehrerer, zeitlich koordinierter Ableitungen hirnelektrischer Aktivität notwendig. Dies wurde durch die Analogspeicherung mehrerer



	li.	r.
frontal	1/3	1/5
temporo-basal	2/18	6/19
occipital	8/13	10/15

Lage der Ableiteelektroden

Abb. 1 *Ableitungsschema*

EEG-Kanäle auf ein Magnetband ermöglicht. Das hier verwendete Magnetband konnte gleichzeitig sechs Kanäle aufzeichnen, die anschließend einzeln nacheinander analysiert werden konnten. Die Ableiteelektroden wurden so lokalisiert, daß ein Seitenvergleich zwischen je drei topographisch verschiedenen Ableitungen erfolgen konnte, wie Abb. 1 veranschaulicht. Von seiten der Ableiteelektroden wurden somit Topographie und Seitenlokalisation als Parameter für die später durchzuführenden varianzanalytischen Untersuchungen festgelegt.

Eine strenge Beachtung der Standardbedingungen war unbedingt notwendig, da schon kleinste Artefakte in der Registrierung die Untersuchungsergebnisse erheblich verfälschen können. Die Kontinuität der Registrierzeit durfte selbst für Elektrodenkorrekturen nicht unterbrochen werden und mußte für eine Dauer von mindestens 7 min gewahrt bleiben. Die kritische Wertung der registrierten Elektroencephalogramme führte deshalb zum Ausschluß aller Aufzeichnungen für diese Untersuchungsreihe, bei denen eine absolut artefaktfreie Registrierung nicht gewährleistet war.

2. Analoge Vorverarbeitung (Abb. 2)

Die sechs auf das Magnetband gespeicherten EEG-Kanäle (Abb. 2 a) wurden einzeln nacheinander der analogen Vorverarbeitung unterzogen. Da in dieser Arbeit lediglich die Frequenzen des alpha-Bandes von 8 - 13 Hz untersucht werden sollten, war zunächst eine Isolierung dieses Frequenzbereiches aus dem gesamten Spektrum der EEG-Frequenzen notwendig. Hierzu wurde eine Bandfilterung vorgenommen. Von der Filterung wurde die Ausgabe von weitestgehend reinen alpha-Frequenzen gefordert. Das Eingehen benachbarter Frequenzanteile des physiologischen EEGs in den weiteren Untersuchungsgang hätte zu einer nicht unerheblichen Verfälschung der

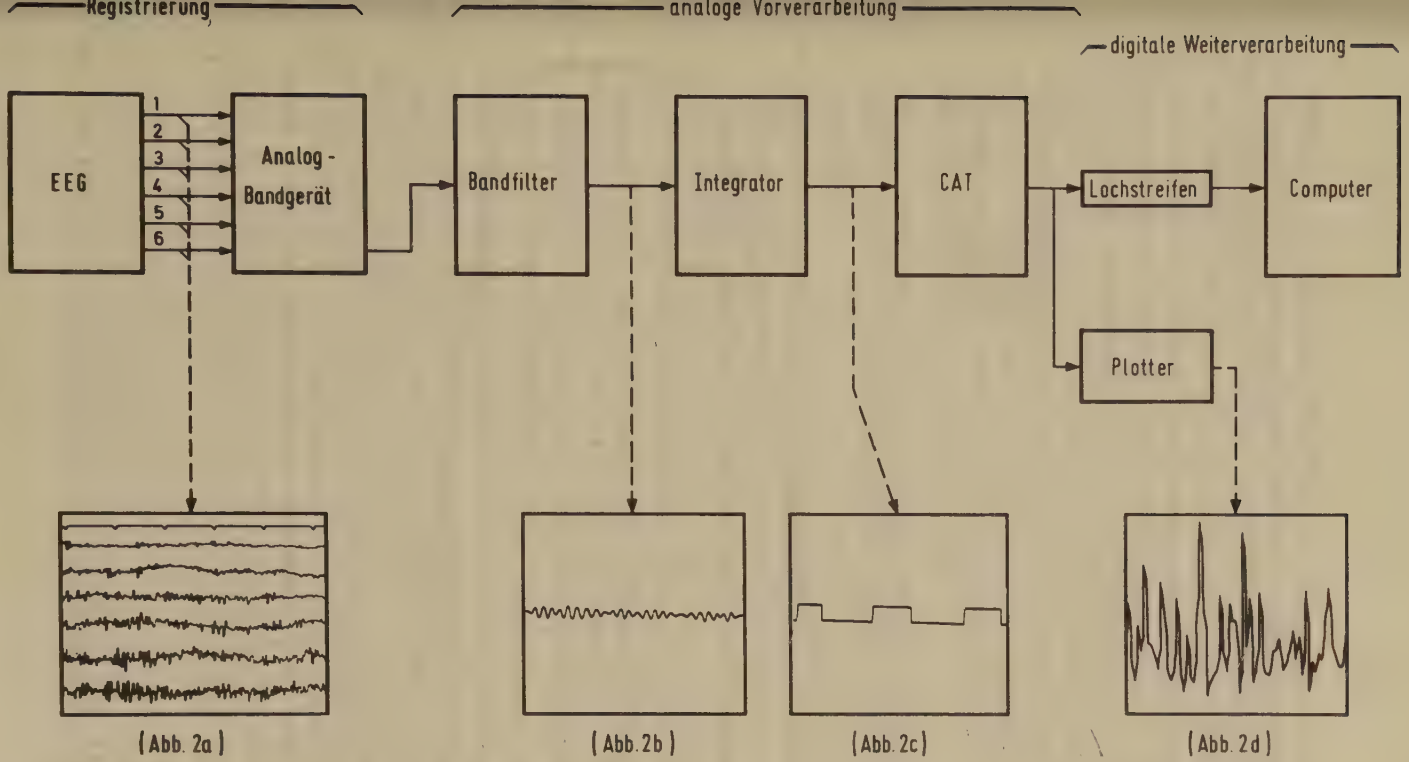


Abb. 2 *Registrierung und analoge Vorverarbeitung*

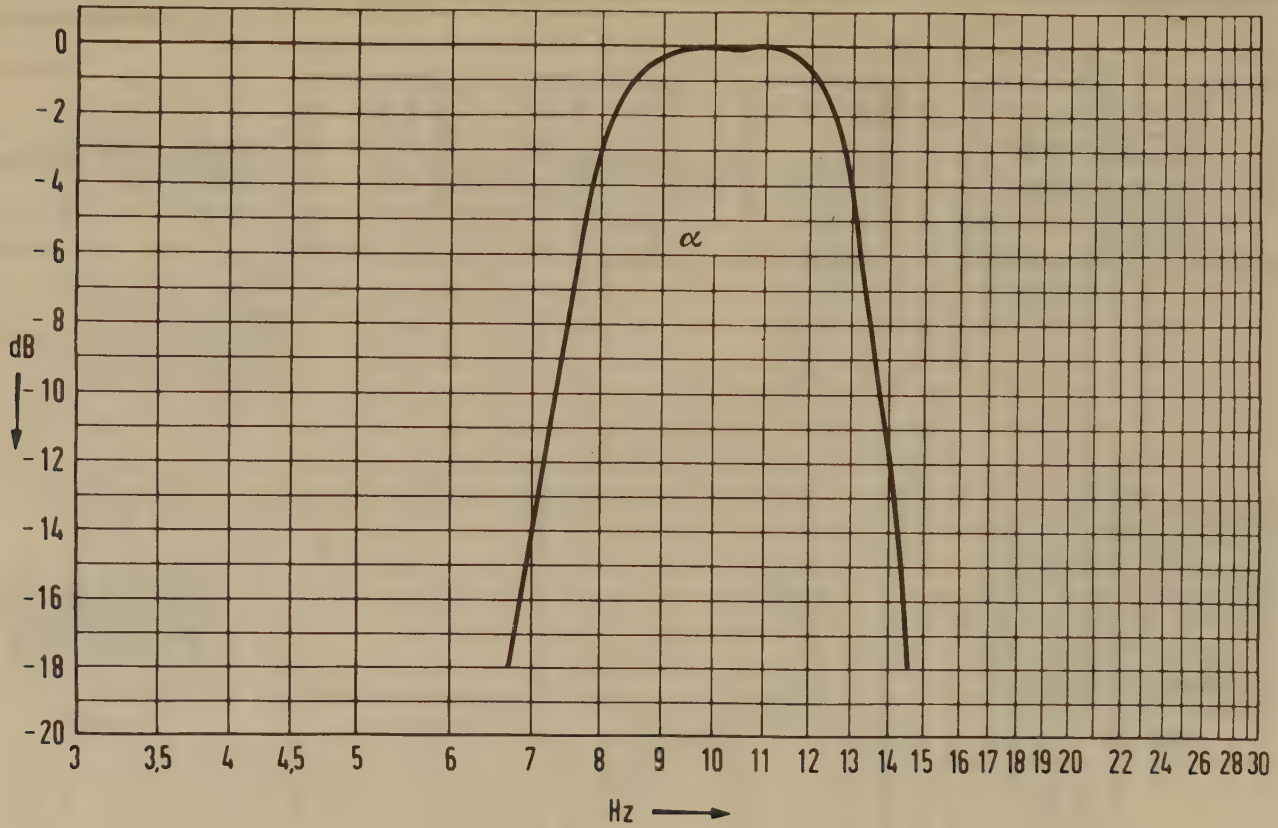


Abb. 3 *Filterdurchlaßkurve*

Endergebnisse geführt. Diese exakte Filterung wurde durch einen Bandfilter ermöglicht, dessen Durchlaßkurve Abb. 3 in doppeltlogarithmischer Darstellung veranschaulicht. Der Kurvenverlauf zeichnet sich durch eine spezifische Charakteristik aus: extreme Steilheit der Flanken bei flachem Verlauf innerhalb des Durchlaßbereiches (KÜNKEL) (16). Diese Filtereigenschaften, die bisher in der EEG-Analyse verwendete Filter nicht boten, ermöglichten die präzise Einengung des Spektrums auf den gewünschten Frequenzbereich. Somit war gewährleistet, daß Frequenzen, die außerhalb des alpha-Spektrums lagen, praktisch nicht in die weitere Verarbeitung aufgenommen wurden.

Die auf diese Weise isolierten Frequenzen des alpha-Bandes wurden nun einer fortlaufenden automatischen Integration unterzogen.

Das Integral einer Kurve wird bestimmt durch die Fläche, die von Kurve und Abszisse eingeschlossen wird. Die Amplitude, die Ausprägung und in begrenztem Sinne auch die Frequenz gehen als Komponenten in das Integral ein. Besondere Beachtung mußte der Wahl der Integrationszeit geschenkt werden. Darunter sind die lückenlos aufeinanderfolgenden konstanten Zeitabschnitte zu verstehen, während derer die Integrale des Filteroutputs (= aus dem Gesamtspektrum herausgefiltertes alpha-Frequenzband) gebildet wurden.

Die Integrationszeit, die hier zu einer Sekunde gewählt wurde, bedingt eine obere Frequenzgrenze des Spektrums von 0,5 Hz (KÜNKEL) (17). Durch die vorhandene Analyse-Apparatur (CAT 400 B), mit 400 Speicheradressen, war die Zahl der automatisch erfaßbaren Integrationsintervalle auf 400 beschränkt. Daraus ergab sich eine gesamte Analyse- und Registrierzeit von 400 sec. Ein kürzerer oder längerer Analysezeitraum hätte durch entsprechende Veränderung der Integrationsintervalle erreicht werden können. Längere Intervalle hätten die obere

Frequenzgrenze des Spektrums reduziert, was zu Integrationsverlusten hätte führen können. Zudem wäre die Registrierzeit dann auf eine Dauer angestiegen, bei der eine ununterbrochene artefaktfreie Registrierung nur schwer hätte realisiert werden können. Kürzere Integrationszeiten hätten zu einer höheren Frequenzgrenze des Spektrums geführt, die sich auf die Frequenzauflösung des Spektrums ungünstig ausgewirkt hätte.

Der berechenbare Spektralbereich wurde in 50 Frequenzen mit einem Intervall von 0,01 Hz unterteilt, was damit der gewählten Frequenzauflösung entsprach. Nach bekannten Beziehungen (KÜNKEL) (17) ergibt sich daraus unter Berücksichtigung der verfügbaren Registrierzeit die jeweilige Breite der Konfidenzgrenzen, wie sie in Abb. 5 b, 8 und 9 eingetragen sind. Unter diesen Aspekten erschien die Wahl einer Integrationszeit von 1 sec mit der daraus folgenden oberen Frequenzgrenze des Spektrums von 0,5 Hz und der daraus resultierenden Registrierdauer von 400 sec sinnvoll. Die Frequenzauflösung wurde im Hinblick auf diese Registrierdauer so gewählt, daß die Beziehung zwischen Frequenzauflösung und statistischer Stabilität der Resultate in einem ausgewogenen Verhältnis stand.

Zur Kontrolle wurde nicht nur der Filteroutput selbst registriert (Abb. 2 b), sondern es wurden außerdem die im Abstand von 1 sec aufeinanderfolgenden Integrale des Filteroutputs graphisch dargestellt (Abb. 2 c). Die graphische Darstellung bot die Möglichkeit, die numerischen Werte der einzelnen Integrale durch Ausmessung zu ermitteln. Dieses Vorgehen hätte einen erheblichen Zeitaufwand erfordert, denn bei 20 abgeleiteten Elektroencephalogrammen mit einer Analyse in jeweils sechs Kanälen über 400 sec wären insgesamt 48 000 Integrale auszumessen gewesen. Durch eine hier nicht näher auszuführende elektronische Umwandlung wurden daher die

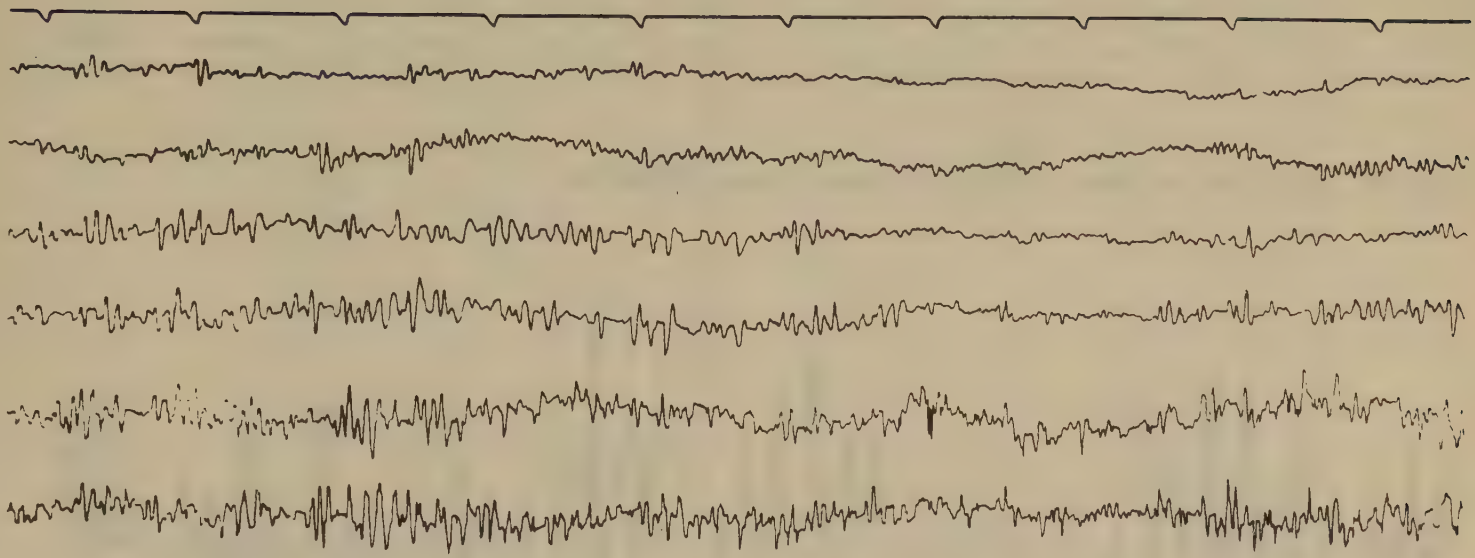


Abb.2a *Registrierbeispiel für Ausgangs-EEG.*

Abb. 2b *Registrierbeispiel für Ausgabe des Bandfilters für den α-Bereich.*

Abb. 2c *Graphische Ausgabe der Integrationswerte des α-Bereiches.*

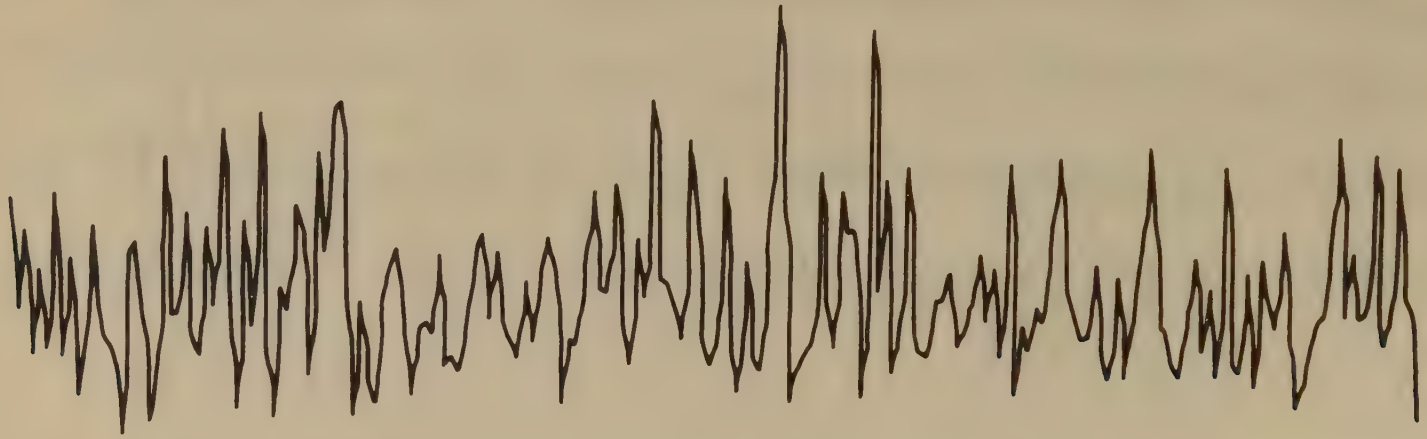


Abb. 2d *Zeitliche Variabilität der α-Ausprägung über 400 sec.*

Integrale durch eine ihrem jeweiligen numerischen Wert entsprechende Anzahl von Impulsen als Informationen dem Vielkanalanalysator vom Typ CAT 400 B eingegeben. Nunmehr war die an sich kontinuierliche Zeitfunktion der alpha-Ausprägung durch 400 numerische Integrationswerte mit einem Abstand von jeweils 1 sec erfaßt. Auf diese Weise wurde der analoge, d.h. der mit Spannungen arbeitende Analysegang in einen digitalen, mit Zahlenwerten arbeitenden Analysegang überführt.

Die im Vielkanalanalysator in 400 einzelnen Informationen gespeicherte Zeitfunktion der alpha-Ausprägung konnte nun in zweifacher Weise ausgegeben werden: einmal über einen automatischen Kurvenzeichner (Plotter) als graphische Darstellung (Abb. 2 d), zum anderen digital über ein Steuergerät und einen Lochstreifenstanzer auf einen Lochstreifen. Die auf diesem Lochstreifen ausgedruckten Werte wurden einem Computer zur digitalen Weiterverarbeitung eingegeben.

3. Digitale Weiterverarbeitung (Abb. 4)

Die Aufgabe der digitalen Weiterverarbeitung bestand zunächst darin, ein Leistungsspektrum aus der zuvor bestimmten Zeitfunktion der alpha-Ausprägung zu erstellen. Auf dem Wege über die Autokorrelationsfunktion mit anschließender Fouriertransformation wurde das Leistungsspektrum ermittelt. Aus diesem ist eine direkte Aussage über das Vorhandensein periodischer Komponenten neben rein zufälligen Einflüssen möglich. Ausdruck periodischer Komponenten in einem Leistungsspektrum sind Gipfel über einzelnen Frequenzen, die unter Berücksichtigung der Konfidenzgrenzen als signifikant angesehen werden können. Die Konfidenzgrenzen zeigen bei vorgegebener Wahrscheinlichkeit den Schwankungsbereich der Schätzwerte, wenn das Experiment unter gleichen Bedingungen mehrfach wiederholt würde.

Wie von KÜNKEL (17) näher ausgeführt, wird ein Leistungsspektrum durch verschiedene Faktoren charakterisiert. Dazu gehört zunächst die sogenannte obere Grenzfrequenz, bis zu der hin das Spektrum berechnet werden kann. Sie ist von der Dauer der Integrationszeit abhängig und hat sich wie oben beschrieben bei der Integrationszeit von 1 sec zu o,5 Hz ergeben. Aus der Theorie des Leistungsspektrums ist bekannt, daß das Produkt von Frequenzauflösung des Leistungsspektrums und Breite der Konfidenzgrenzen der Länge der Zeitfunktion proportional ist. Demnach bedingt also eine höhere Frequenzauflösung eine größere Breite von Konfidenzgrenzen. Dies hat dann zur Folge, daß die statistische Variabilität des Leistungsspektrums größer wird, dadurch jedoch seine Zuverlässigkeit abnimmt. Im vorliegenden Falle, bei dem die Integrationszeit auf 1 sec festgelegt wurde, ergab sich für die Länge der zugrunde liegenden Zeitfunktion als Produkt von Integrationszeit und Anzahl der Speicherlokalisationen (4oo) eine Zeitdauer von 4oo sec. Die Frequenzauflösung des Leistungsspektrums wurde hier mit o,o1 Hz festgesetzt. Dieser Wert schien nach den oben angeführten Erwägungen optimal, ohne daß einer allzu großen Unzuverlässigkeit des Leistungsspektrums Raum gegeben wurde. Aus den bei KÜNKEL angegebenen Formeln war damit die Breite der Konfidenzgrenzen festgelegt.

Ein Computer vom Typ PDP-8 I führte die Berechnungen der einzelnen Leistungsspektren zusammen mit den ihnen zugehörenden Konfidenzgrenzen durch. Über einen automatischen Protokollschreiber wurden diese Berechnungen als Protokolle in zweifacher Form ausgedruckt: als Zahlenkolumnen (Abb. 5 a) sowie als Diagramme mit jeweils 51 Indexzahlen über der Abszisse, die den Frequenzen von o - o,5 Hz entsprachen (Abb. 5 b). Grundsätzlich lassen schon diese Protokollausdrucke eine optische Beurteilung der Leistungsspektren zu. Bei der Inspektion der Diagramme fallen Maxima auf, deren Signifikanz jedoch erst durch einen Vergleich der ihnen zuge-

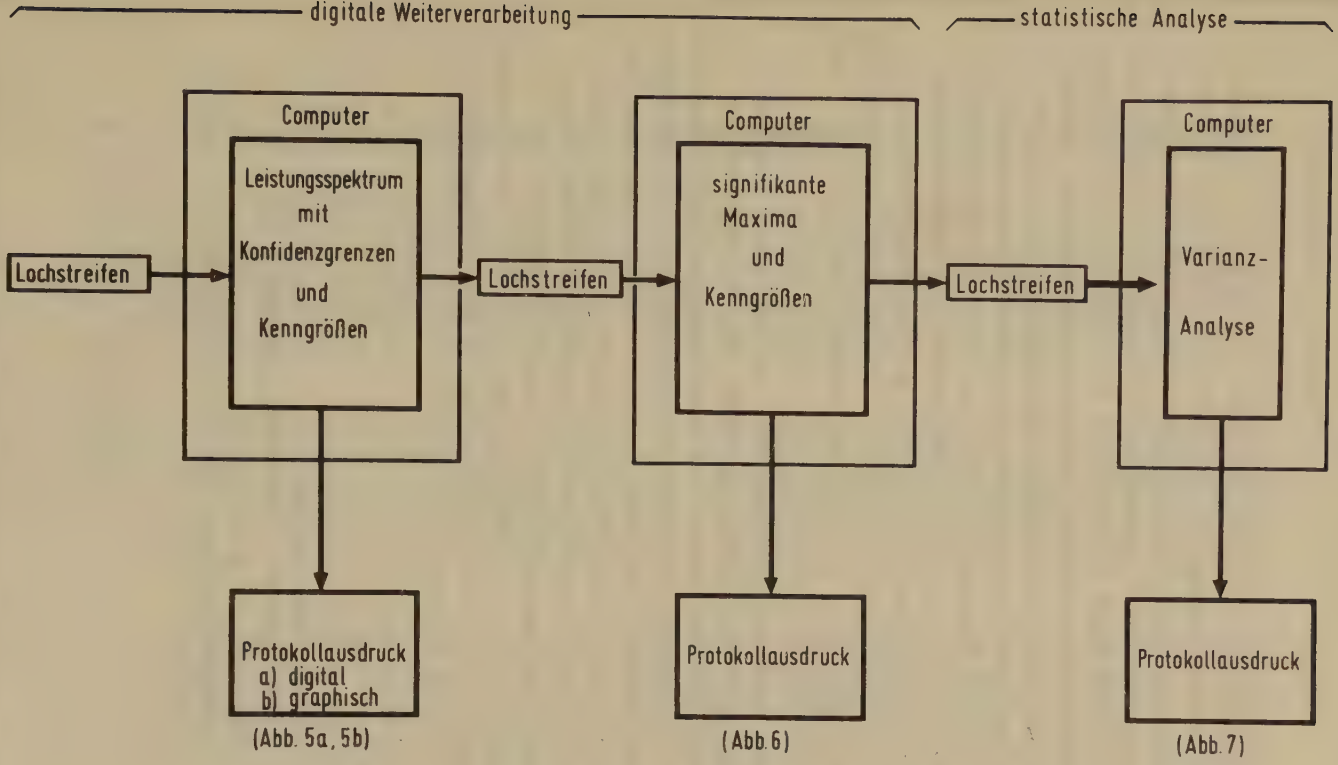


Abb. 4 *Digitale Weiterverarbeitung und statistische Analyse*

hörigen Konfidenzgrenzen gesichert werden kann. Als signifikante Werte wurden nur solche Maxima angesehen, die folgende Kriterien aufwiesen: die Konfidenzgrenzen der benachbarten Werte mußten überschritten werden, als maximale Begrenzung für diese Nachbarwerte wurde der Bereich zwischen den vier niedrigeren und vier höheren Indexzahlen festgelegt. Die Basis eines solchen Maximums konnte sich somit über höchstens 8 Indexzahlen erstrecken. Diese zunächst willkürliche Begrenzung erwies sich nach Voruntersuchungen besonders geeignet, da bei der Betrachtung der probeweise angefertigten Diagramme auffiel, daß der Hauptanteil der Maxima sich in einem noch engeren Indexbereich bewegte. Dies wurde erneut durch die nun vorliegenden Ergebnisse der Hauptuntersuchung bestätigt.

Wie oben erwähnt, sind die signifikanten Maxima Beweise periodischer Komponenten innerhalb der Variabilität der alpha-Ausprägung. Obwohl die Auswertung der Leistungsspektren durch optische Beurteilung und durch Vergleich der Konfidenzgrenzen durchaus zuverlässig ist, wurde wegen des damit verbundenen erheblichen Arbeitsaufwandes diese Auswertung in einem weiteren Programmschritt automatisch mit Hilfe des Computers durchgeführt. Diese Auswertung der Spektren im Hinblick auf die signifikanten Maxima und die Breite der zugehörigen Spektralabschnitte wurde in einem weiteren Protokollausdruck ausgegeben (Abb. 6).

```
+99   +721

ABGRENZBARE MAXIMA
INDEX BEREICH      %-ANTEIL  AMPLITUDE

+2    +1    +5    +27        +0.367865E+1
GESAMTANTEIL IN %: +27
```

```
+99    +721

+0.209636E+6     +0.152050E+3

+1     +0.127967E+1     +0.296391E+1     +0.534338E+1
+2     +0.158825E+1     +0.367865E+1     +0.663191E+1
+3     +0.154651E+1     +0.358197E+1     +0.645762E+1
+4     +0.116967E+1     +0.270913E+1     +0.488406E+1
+5     +0.103580E+1     +0.239909E+1     +0.432511E+1
+6     +0.837940E+0     +0.194080E+1     +0.349889E+1
+7     +0.754651E+0     +0.174789E+1     +0.315111E+1
+8     +0.895440E+0     +0.207398E+1     +0.373899E+1
+9     +0.903233E+0     +0.209203E+1     +0.377153E+1
+10    +0.621845E+0     +0.144029E+1     +0.259657E+1
+11    +0.591324E+0     +0.136960E+1     +0.246913E+1
+12    +0.567081E+0     +0.131344E+1     +0.236790E+1
+13    +0.537520E+0     +0.124498E+1     +0.224446E+1
+14    +0.860654E+0     +0.199341E+1     +0.359374E+1
+15    +0.968803E+0     +0.224390E+1     +0.404532E+1
+16    +0.869039E+0     +0.201283E+1     +0.362875E+1
+17    +0.760276E+0     +0.176091E+1     +0.317460E+1
+18    +0.557048E+0     +0.129021E+1     +0.232600E+1
+19    +0.388734E+0     +0.900370E+0     +0.162319E+1
+20    +0.310993E+0     +0.720309E+0     +0.129858E+1
+21    +0.348841E+0     +0.807971E+0     +0.145661E+1
+22    +0.350615E+0     +0.812079E+0     +0.146402E+1
+23    +0.294817E+0     +0.682842E+0     +0.123103E+1
+24    +0.216855E+0     +0.502271E+0     +0.905499E+0
+25    +0.189454E+0     +0.438805E+0     +0.791083E+0
+26    +0.283171E+0     +0.655869E+0     +0.118240E+1
+27    +0.278288E+0     +0.644560E+0     +0.116202E+1
+28    +0.197260E+0     +0.456885E+0     +0.823676E+0
+29    +0.158808E+0     +0.367825E+0     +0.663119E+0
+30    +0.194502E+0     +0.450497E+0     +0.812161E+0
+31    +0.273728E+0     +0.633998E+0     +0.114297E+1
+32    +0.278961E+0     +0.646117E+0     +0.116482E+1
+33    +0.238750E+0     +0.552983E+0     +0.996924E+0
+34    +0.240559E+0     +0.557173E+0     +0.100447E+1
+35    +0.267983E+0     +0.620691E+0     +0.111898E+1
+36    +0.219396E+0     +0.508156E+0     +0.916109E+0
+37    +0.273523E+0     +0.633522E+0     +0.114212E+1
+38    +0.372346E+0     +0.862413E+0     +0.155476E+1
+39    +0.295775E+0     +0.685062E+0     +0.123503E+1
+40    +0.264819E+0     +0.613363E+0     +0.110577E+1
+41    +0.213388E+0     +0.494241E+0     +0.891023E+0
+42    +0.107158E+0     +0.248195E+0     +0.447448E+0
+43    +0.104276E+0     +0.241521E+0     +0.435417E+0
+44    +0.132202E+0     +0.306202E+0     +0.552024E+0
+45    +0.135885E+0     +0.314732E+0     +0.567403E+0
+46    +0.112101E+0     +0.259644E+0     +0.468088E+0
+47    +0.113381E+0     +0.262610E+0     +0.473436E+0
+48    +0.138205E+0     +0.320105E+0     +0.577089E+0
+49    +0.130700E+0     +0.302722E+0     +0.545751E+0
+50    +0.130440E+0     +0.302121E+0     +0.544667E+0
+51    +0.144512E+0     +0.334713E+0     +0.603424E+0

+0.153327E+2     +0.278790E+0
+0.164548E+2     +0.862275E+0
```

Abb. 5a *Protokollausdruck eines Spektrums mit unteren und oberen Konfidenzgrenzen.*

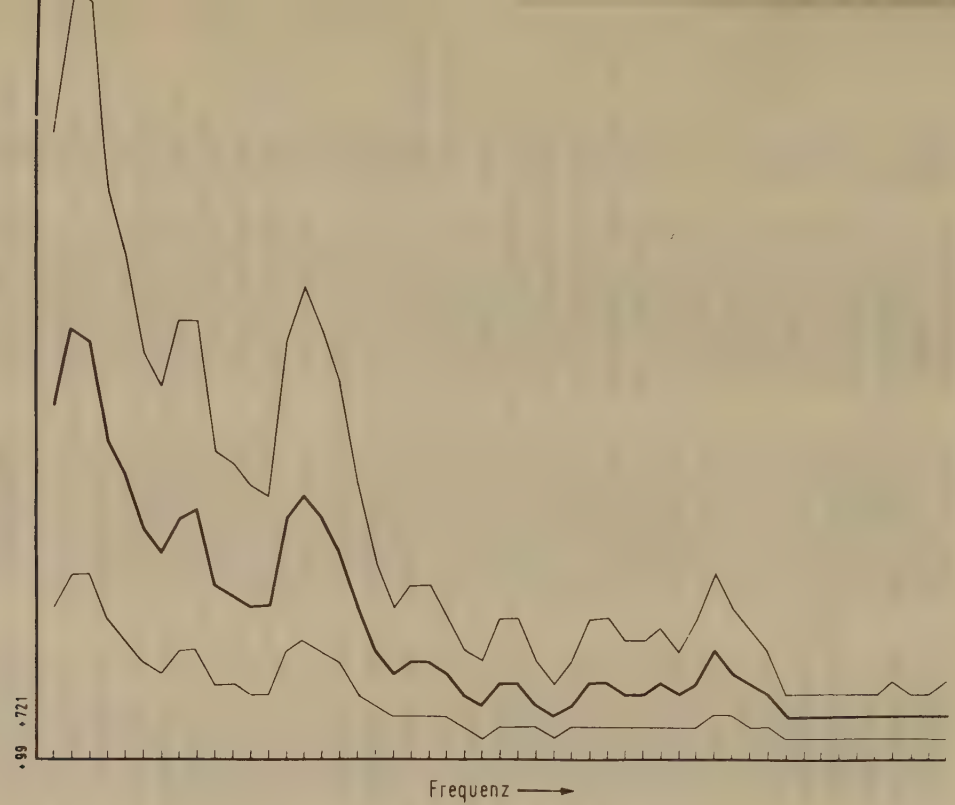


Abb. 5b *Graphische Darstellung des Spektrums der Abb. 5a mit den zugehörigen Konfidenzgrenzen.*

Im gleichen Arbeitsgang wurden auch der relative Anteil dieser Spektralabschnitte am Gesamtspektrum sowie die Summe der Prozentanteile aller Spektralabschnitte am jeweiligen Spektrum berechnet. Damit war eine Aussage darüber möglich, ob periodische Komponenten Einfluß haben auf die zeitliche Variabilität der alpha-Ausprägung, wieviele derartiger periodischer Komponenten auftreten und in welchem Frequenzbereich sie liegen. Des weiteren konnte beantwortet werden, wie groß der relative Anteil einzelner periodischer Komponenten an der Variabilität der Zeitfunktion ist und welcher Anteil der Variabilität insgesamt auf den Einfluß periodischer Komponenten zurückzuführen ist.

Die Anzahl der Maxima und ihr relativer Prozentanteil am Gesamtspektrum gingen als Kenngrößen in die anschließende statistische Varianzanalyse ein. Um die Zeitfunktion der alpha-Ausprägung, die durch 4oo Integrale charakterisiert ist, genauer differenzieren zu können, wurden das arithmetische Mittel der Zeitfunktion sowie ihr Variationskoeffizient als dritte und vierte Kenngröße in die statistische Varianzanalyse aufgenommen.

Unter einem Variationskoeffizient ist die auf das arithmetische Mittel bezogene Varianz zu verstehen.

4. Statistische Analyse der Resultate

Die im vorhergehenden Kapitel näher charakterisierten Kenngrößen der Zeitfunktion sowie sämtlicher Leistungsspektren wurden anschließend einer Varianzanalyse unterzogen. Durch die Varianzanalyse ist die Möglichkeit gegeben, diese Kenngrößen in ihrer Abhängigkeit von bestimmten Parametern zu untersuchen (2o). Diese Parameter wurden schon bei Versuchsbeginn in die Versuchsanordnung mit einbezogen. Topographie und Seitenlokalisation waren durch die Lage der Ableitelektroden als Parameter festgelegt.

Außerdem unterstanden die untersuchten Patienten einer Perazin-Therapie, so daß therapeutische Einflüsse kontrolliert werden konnten. Durch einen Vergleich der Untersuchungsergebnisse war eine Beurteilung von zu erwartenden interindividuellen Unterschieden möglich. Die Varianzanalyse wurde für jede Kenngröße getrennt von dem Computer mit Hilfe eines weiteren Rechenprogrammes durchgeführt. Einen Protokollausdruck dieses Rechenschrittes gibt Abb. 7 wieder. Die Ergebnisse der Varianzanalyse wurden in sogenannten Signifikanzstufen angegeben, die aussagen, ob eine Abhängigkeit der untersuchten Kenngrößen von den Parametern besteht. Folgende Signifikanzstufen wurden angegeben:

1. Signifikanzstufe 1 % entsprechend einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 1 % ($p \leq 0{,}01$)
2. Signifikanzstufe 5 % entsprechend einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % ($p \leq 0{,}05$)
3. Bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit > 5 % wurde kein Einfluß der untersuchten Faktoren auf den Parameter angenommen ($p > 0{,}05$).

```
+1022
TRANSFORMATION (NEIN=0, JA=1)?+0

ZEILEN
+1      +0.345188E+1
+2      +0.279478E+1
+3      +0.316762E+1
+4      +0.270919E+1
+5      +0.320002E+1
+6      +0.171402E+1
+7      +0.203813E+1
+8      +0.188743E+1
+9      +0.259147E+1
+10     +0.302408E+1
SPALTEN
+1      +0.159592E+1
+2      +0.169453E+1
+3      +0.270930E+1
+4      +0.274205E+1
+5      +0.254124E+1
+6      +0.253385E+1
+7      +0.166474E+1
+8      +0.162749E+1
+9      +0.228837E+1
+10     +0.240112E+1
+11     +0.246901E+1
+12     +0.231098E+1


+1022

FAKTOR    FG     SUMMENQUADR.      MITTEL            F                 P
ZEILEN    +9     +0.267834E+0      +0.297593E-1      +0.784165E+1      < 0.01
+1        +1     +0.133514E-3      +0.133514E-3      +0.351814E-1      N.S.
+2        +2     +0.195543E+0      +0.977717E-1      +0.257630E+2      < 0.01
+3        +1     +0.939751E-2      +0.939751E-2      +0.247626E+1      N.S.
ERROR     +106   +0.402273E+0      +0.379503E-2
TOTAL     +119   +0.875181E+0

VERSUCHSFEHLER=+27
      SD=+0.616038E-1
```

Abb.7 *Beispiel für den Protokollausdruck von Varianzanalysen.*

K R A N K E N G U T

Die in dieser Arbeit untersuchten Elektroencephalogramme wurden von 1o Patienten abgeleitet, die in der Psychiatrischen und Neurologischen Universitätsklinik von Berlin stationär behandelt wurden. Es handelte sich dabei ausschließlich um männliche Patienten mit psychiatrischen Erkrankungen, die einer hochdosierten Perazin-Behandlung (Taxilan) unterstanden. Die Ableitung der Elektroencephalogramme erfolgte jeweils unmittelbar vor sowie am 1o. Tage der Behandlung. Die Tagesdosis betrug 6oo mg Taxilan, d.h. 6 g in 1o Tagen, mit Ausnahme eines Patienten, dem in dieser Zeit insgesamt 7,4 g zugeführt wurden.

Die Krankheitsbilder konnten in folgenden drei Gruppen zusammengefaßt werden:

1. Schizophrenien (3 Patienten)
2. Neurosen (4 Patienten)
3. Andere Psychosen (3 Patienten)

Der älteste Patient war 58 Jahre alt, der jüngste 19 Jahre; das Durchschnittsalter lag bei 34 Jahren.

	Versuchspersonen	Seite	Topographie	Therapie
Mittel der Eingabewerte	+ +	Ø	+ +	Ø
Variations-Koeffizient	+ +	Ø	+ +	Ø
Anzahl der Maxima	+	Ø	+	Ø
Prozentanteil der Maxima	Ø	Ø	Ø	Ø

++ *Signifikanzstufe 1%* $p \leq 0{,}01$ + *Signifikanzstufe 5%* $p \leq 0{,}05$ Ø *nicht signifikant* $p \geq 0{,}05$

Tabelle 1: *Übersicht über die Ergebnisse der Varianzanalyse*

E R G E B N I S S E

I. Zeitfunktion der alpha-Ausprägung

Die Zeitfunktion der alpha-Ausprägung wurde wie in der Methodik beschrieben aus 4oo Integralen gewonnen. Um das Verhalten der alpha-Ausprägung zu charakterisieren, wurden für die Zeitfunktion folgende zwei Kenngrößen bestimmt: das arithmetische Mittel, welches ein Maß für die mittlere alpha-Ausprägung ist, sowie der Variationskoeffizient, der darüber Aufschluß gibt, ob die alpha-Ausprägung im Zeitablauf mehr oder weniger stark variiert. Diese beiden Kenngrößen wurden in der sich anschließenden Varianzanalyse als Parameter in ihrer Abhängigkeit von bestimmten Faktoren untersucht. Eine Übersicht der durch die Varianzanalyse gewonnenen Ergebnisse gibt Tab. 1.

1. Das arithmetische Mittel der Zeitfunktion

Erwartungsgemäß traten interindividuelle Unterschiede in Bezug auf das arithmetische Mittel auf. Die Signifikanzstufe betrug 1 %. Ein signifikanter Einfluß der Seitenlokalisation konnte nicht nachgewiesen werden. Ebenso zeigten die Mittelwerte unter der Therapie kein unterschiedliches Verhalten. Als vierter Faktor wurde eine Einflußnahme der Topographie auf das arithmetische Mittel untersucht. Dabei imponierte eine Abhängigkeit von der Topographie bei einer Signifikanzstufe von 1 %. Das alpha-Frequenzband ist also frontal, temporo-basal und occipital unterschiedlich stark ausgeprägt. Die Zahlenwerte der Tab. 2 sollen dieses Ergebnis veranschaulichen. Sie geben die Mittelwerte der arithmetischen Mittel für die drei Topographien wieder, gemittelt über Versuchsperson, Seite und Therapie, ausgedrückt in willkürlichen Einheiten:

frontal	164,5
temp.-basal	246,3
occipital	253,5

Tab. 2

Wie aus der Tabelle weiterhin ersichtlich wird, nimmt die alpha-Ausprägung von frontal nach occipital hin an Stärke zu, ist also occipital am größten. Dieser Befund bestätigt die bisherigen Beobachtungen über das Verhalten der alpha-Ausprägung (19, 11, 12).

2. Der Variationskoeffizient der alpha-Ausprägung

Die Größe des Variationskoeffizienten war von Versuchsperson zu Versuchsperson unterschiedlich. Die Signifikanzstufe betrug 1 %. Bei einem Vergleich zwischen rechter und linker Hemisphäre ergab sich für den Variationskoeffizienten keine signifikante Änderung der Werte. Auch die Therapie hatte keinen deutlichen Einfluß. Dagegen hoben sich die über den drei Topographien ermittelten Variationskoeffizienten sichtlich voneinander ab. Die Signifikanzstufe betrug 1 %. In der Tab. 3 sind die über Versuchsperson, Seite und Therapie gemittelten Mittelwerte für den Variationskoeffizienten zusammengestellt.

frontal	4,8733
temp.-basal	6,1371
occipital	7,2179

Tab. 3

3. Zwischenzusammenfassung

Eine differenzierte Aussage über die Zeitfunktion der alpha-Ausprägung lassen die beiden Kenngrößen arithmetisches Mittel und Variationskoeffizient zu. Beide Kenngrößen wiesen deut-

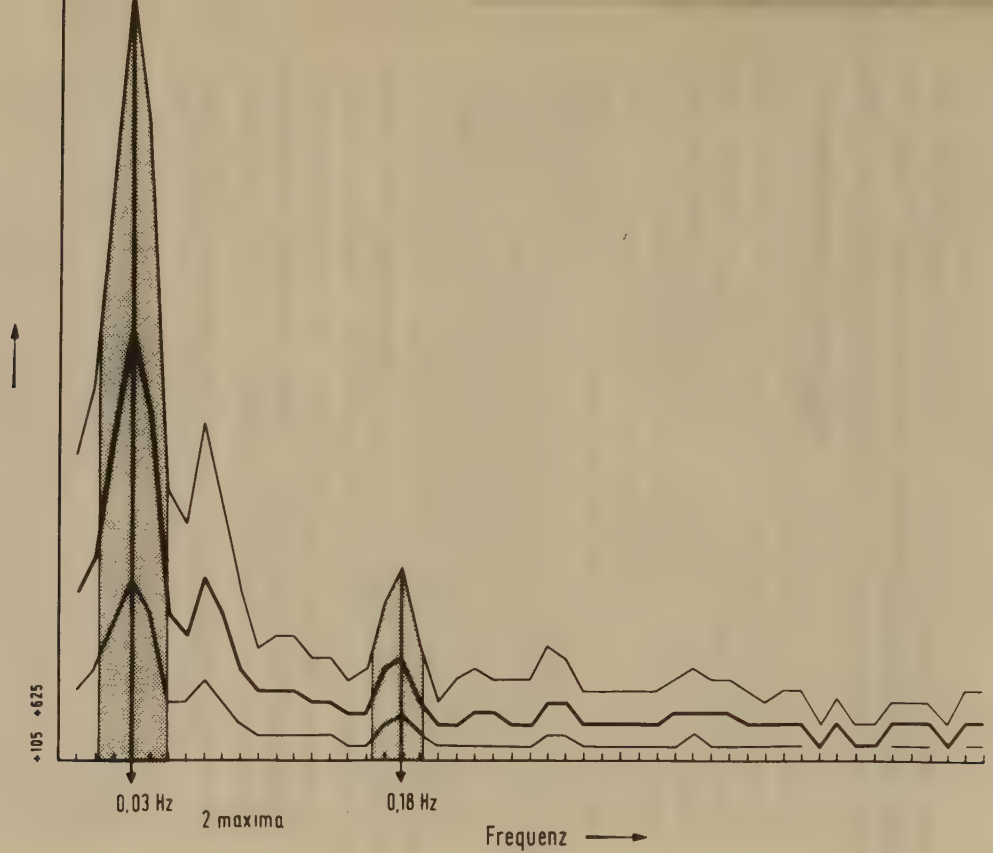


Abb.8 *Beispiel eines Spektrums mit 2 signifikanten Maxima.*

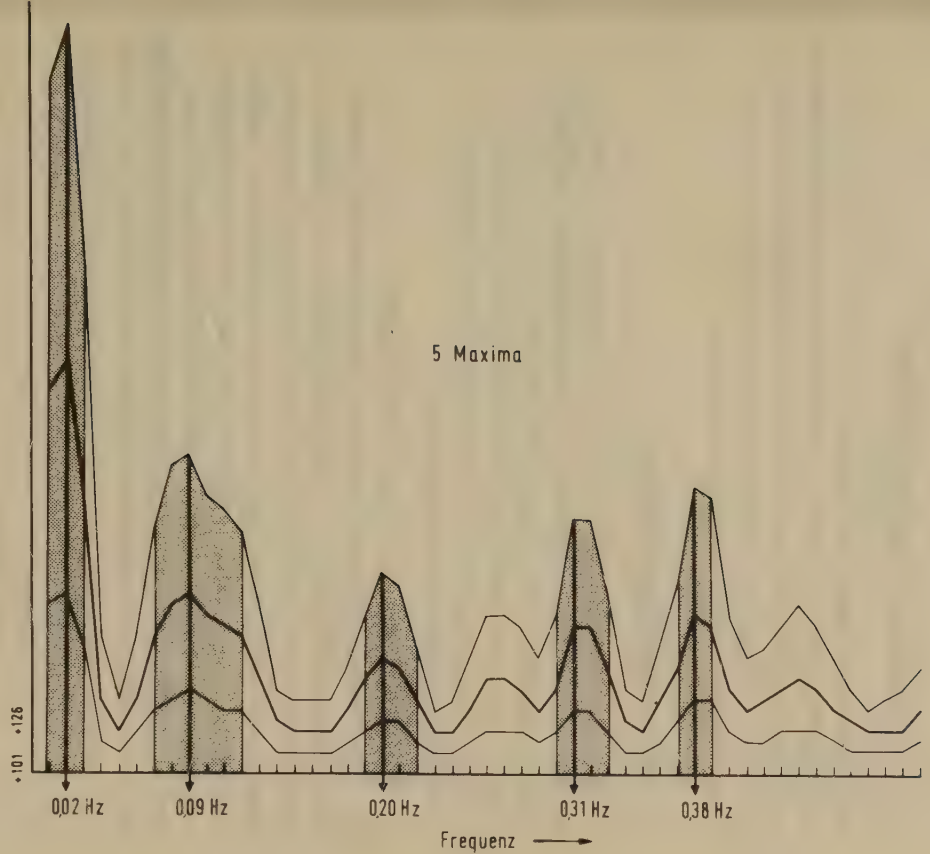


Abb 9 *Beispiel eines Spektrums mit 5 signifikanten Maxima.*

liche interindividuelle Unterschiede auf. Des weiteren zeigten sie eine von der Topographie abhängige Veränderung ihrer Werte, Seitendifferenzen und Therapie blieben ohne Einfluß.

II. Leistungsspektren der Zeitfunktion

Die Leistungsspektren wurden aus den Zeitfunktionen über die Berechnung der Autokorrelationsfunktion mit anschließender Fouriertransformation ermittelt. Signifikante Maxima der Spektren, wie sie in der Methodik näher erläutert wurden, waren Ausdruck periodischer Komponenten.

1. Anzahl signifikanter Maxima

In jedem der untersuchten 12o Leistungsspektren ließen sich signifikante Maxima abgrenzen. In den einzelnen Spektren traten zwischen 1 und 7 signifikante Maxima auf, im Durchschnitt drei pro Spektrum. In den Abb. 8 und 9 werden Spektren mit einem und mehreren signifikanten Maxima mit ihren Konfidenzgrenzen dargestellt.

Die varianzanalytische Untersuchung erbrachte für die Anzahl der Maxima interindividuelle Unterschiede mit einer Signifikanzstufe von 1 %. Unter dem Einfluß der Therapie zeigte sich keine Änderung der Werte. Ebenfalls konnte keine Abhängigkeit von der Seitenlokalisation verzeichnet werden. Dagegen war die Anzahl der Maxima an den drei Topographien unterschiedlich. Die Signifikanzstufe betrug 5 %. In der Tab. 4 ist die durchschnittliche Anzahl signifikanter Maxima gemittelt über Versuchsperson, Seite und Therapie im frontalen, temporo-basalen und occipitalen Bereich zusammengestellt.

frontal	3,4
temp.-basal	2,7
occipital	2,9

Tab. 4

Abb. 10 *Verteilung signifikanter Maxima über den analysierten Frequenzbereich.*

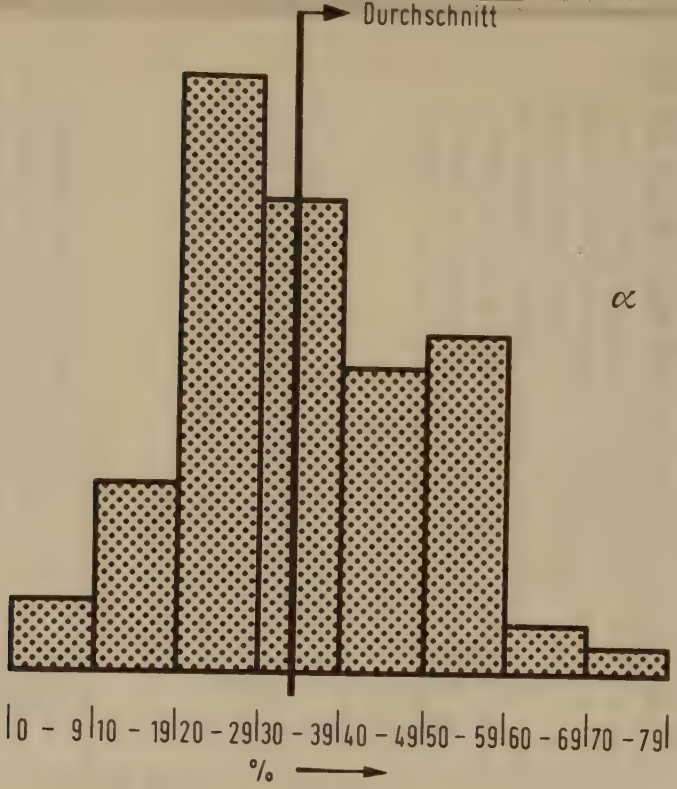


Abb.11 *Verteilung des prozentualen Anteils periodischer Aktivität an der Gesamtvariabilität der α - Ausprägung.*

2. Verteilung der signifikanten Maxima über dem untersuchten Spektralbereich

Abb. 1o gibt die Häufigkeitsverteilung der signifikanten Maxima über dem Frequenzbereich von o - o,5 Hz wieder. Die periodischen Komponenten verteilen sich relativ gleichförmig und lassen lediglich am Anfang des Spektrums, d.h. über den niederen Frequenzen eine deutliche Häufung erkennen im Bereich von o - o,o6 Hz. Der Anstieg im Kurvenverlauf am Ende eines jeden Spektrums ist als Artefakt zu deuten.

3. Prozentanteile der Maxima

Der prozentuale Anteil der signifikanten Maxima am Spektrum betrug im Durchschnitt 34,3 %. Hieraus wird deutlich, daß 1/3 der Gesamtvariabilität des alpha-Bandes rhythmischen Einflüssen unterliegt. Dieses Ergebnis ist in Abb. 11 graphisch dargestellt. Ein auffällig hoher Anteil periodischer Aktivität entfällt auf den niederen Frequenzbereich von o - o,o6 Hz, in dem wie oben beschrieben eine Häufung signifikanter Maxima erkennbar ist. Dieser beträgt 19,7 % der Gesamtvariabilität und hat somit den beachtlichen Anteil von 57,2 % an der nicht zufallsbedingten Variabilität.

Der Prozentanteil der Maxima war für die einzelnen Versuchspersonen nicht unterschiedlich. Ebenso traten keine Seitendifferenzen auf. Auch topographische Einflüsse machten sich nicht geltend. Desgleichen konnte eine therapiebedingte Abhängigkeit der Prozentanteile nicht nachgewiesen werden.

4. Zwischenzusammenfassung

Die Untersuchung der Leistungsspektren im Hinblick auf signifikante Maxima gab Auskunft über das Vorhandensein periodischer Aktivität innerhalb der Ausprägung des alpha-Bandes. Durchschnittlich enthielt jedes Leistungsspektrum drei signi-

fikante Maxima. Häufungen signifikanter Maxima traten lediglich im Frequenzbereich von o - o,o6 Hz auf. Der prozentuale Anteil der Maxima am Spektrum ließ erkennen, daß 34,3 % der Variabilität der alpha-Ausprägung auf rhythmische Aktivitäten zurückzuführen ist. Davon wurden 57,2 % von periodischen Komponenten im Frequenzbereich von o,- o,o6 Hz getragen.

Durch die varianzanalytische Untersuchung wurden für die Anzahl der Maxima interindividuelle und topographische Unterschiede deutlich. Seitenlokalisation und Therapie zeigten keinen deutlichen Einfluß. Die Prozentanteile der Maxima waren von allen vier untersuchten Faktoren unabhängig.

III. Zusammenfassung der Ergebnisse

Interindividuelle und topographische Unterschiede wurden in der mittleren Ausprägung des alpha-Frequenzbandes erkennbar. Therapeutische Einflüsse veränderten die alpha-Ausprägung nicht, ebenso traten keine Seitendifferenzen auf. Gleiches Verhalten zeigte der Variationskoeffizient als Ausdruck der im Zeitablauf unterschiedlichen Ausprägung des alpha-Frequenzbandes.

Periodische Aktivität war in allen Leistungsspektren erkennbar. Diese wurde durch das Auftreten signifikanter Maxima ersichtlich, von denen sich durchschnittlich drei in jedem Spektrum abgrenzen ließen. Dabei verteilten sich die Maxima über das Spektrum relativ gleichförmig mit Ausnahme einer sich über dem Frequenzbereich von o - o,o6 Hz hervorhebenden Gruppierung.

Rhythmische Komponenten hatten an der Gesamtvariabilität der alpha-Ausprägung einen Anteil von 34,3 %. Dabei fiel auf, daß ein relativ hoher Anteil durch periodische Komponenten über dem Frequenzbereich von o - o,o6 Hz bestritten wurden. Er betrug 57,2 % der nicht zufallsbedingten Variabilität.

Die Anzahl der signifikanten Maxima war bei den einzelnen Versuchspersonen verschieden groß und zeigte auch frontal, temporo-basal und occipital eine signifikante Änderung der Werte. Seitenunterschiede und Therapieeinflüsse waren nicht zu verzeichnen. Der durch rhythmische Einflüsse bedingte Anteil der Variabilität, der 1/3 der Gesamtvariabilität betrug, veränderte sich nicht unter der Therapie, zeigte keine Seitendifferenzen und topographische Unterschiede und blieb auch von Versuchsperson zu Versuchsperson konstant. Der prozentuale Anteil der Maxima war also im Hinblick auf alle hier untersuchten Faktoren als unbeeinflußbarer Parameter anzusehen.

DISKUSSION

Die klinische Erfahrung hat gezeigt, daß die alpha-Ausprägung deutliche topographische Unterschiede aufweist. So ist das alpha-Frequenzband occipital am stärksten ausgeprägt (13, 18, 19). Dieser Sachverhalt konnte durch die hier auf dem Wege über die Varianzanalyse bei einer Signifikanzstufe von 1 % gewonnenen Ergebnisse eindeutig bestätigt werden: die Ausprägung nahm von frontal nach occipital hin an Stärke zu und war somit occipital am größten.

Die Ausprägung des alpha-Frequenzbandes in den vor und am 10. Tage der Perazin-Behandlung abgeleiteten EEGs zeigte keine signifikante Änderung. Die von früheren Arbeiten (2, 8, 9, 15, 24, 10) her bekannte perazinbedingte Frequenzverlangsamung wirkt sich also offenbar auf die Stärke der Ausprägung innerhalb des alpha-Frequenzbandes nicht aus.

Das erfahrungsgemäß (19, 11, 12) interindividuelle unterschiedliche Verhalten der alpha-Ausprägung sowie das Fehlen von Seitendifferenzen hinsichtlich der Ausprägung wurde hier erstmals varianzanalytisch verifiziert.

Bisher lagen über die Variabilität der alpha-Ausprägung noch keine Untersuchungen vor. Interessanterweise zeigt die Variabilität der alpha-Ausprägung ein in jeder Hinsicht der alpha-Ausprägung selbst entsprechendes Verhalten: interindividuelle sowie topographische Unterschiede, dagegen keine Seitendifferenzen und keine therapiebedingte Beeinflußbarkeit. Besonders fällt bei einem Vergleich der Tab. 2 und 3 auf, daß sowohl die Variabilität der alpha-Ausprägung als auch die alpha-Ausprägung selbst von frontal nach occipital hin an Stärke zunimmt. Dabei ist eine relativ stärkere Zunahme der Variabilität gegenüber der alpha-Ausprägung selbst zu verzeichnen. Es kann jedoch keine genaue Angabe darüber

gemacht werden, ob diese Zunahme der Variabilität anteilmäßig mehr eine relative Zunahme im Rahmen der vermehrten Ausprägung ist, oder ob es sich ausschließlich um eine absolute Variabilitätszunahme handelt.

In allen hier untersuchten Leistungsspektren traten signifikante Maxima als Ausdruck periodischer Aktivität auf. Demnach variiert der zeitliche Ablauf der alpha-Frequenzen nicht nur rein zufällig, sondern folgt zumindest teilweise dem Einfluß periodischer Aktivität.

Die Anzahl der Maxima war bei den einzelnen Versuchspersonen unterschiedlich. Ebenso zeigte dieser Parameter eine topographische Abhängigkeit. Dabei fiel auf, daß die Anzahl der Maxima sich von frontal über occipital nach temporobasal hin abstufte, zeigte doch die Ausprägung des alpha-Frequenzbandes sich am deutlichsten im Occipitalbereich, um nach frontal hin weniger in Erscheinung zu treten. In Übereinstimmung zu den übrigen Parametern (Tab. 1) ließen sich auch hier keine Seitendifferenzen und keine therapeutischen Einflüsse nachweisen.

Mit Hilfe der Anzahl der Maxima konnte jedoch keine Aussage über das tatsächliche Ausmaß periodischer Aktivität innerhalb des zeitlichen Ablaufes des alpha-Frequenzbandes gemacht werden. Weiterführend war demgegenüber die Bestimmung des prozentualen Anteils der Maxima an der Gesamtvariabilität. Für diesen prozentualen Anteil wurde ein Wert von 34,3 % ermittelt, d.h., daß 1/3 der Gesamtvariabilität rhythmischen Einflüssen unterlag. Damit waren rhythmische Komponenten an der Variabilität des alpha-Frequenzbandes in einem überraschend hohen Ausmaß beteiligt. Diesem Untersuchungsergebnis ist besondere Bedeutung beizumessen, da angenommen werden muß, daß trotz Einhaltung der Standardbedingungen eine Vielzahl unkontrollierbarer Faktoren auf die Variabilität des alpha-Frequenzbandes Einfluß nehmen können.

Insbesondere müssen gerade die in der alpha-Frequenzausprägung deutliche Veränderungen hervorrufenden psychischen Einflüsse berücksichtigt werden.

Weiterhin war bemerkenswert, daß das Ausmaß periodischer Aktivität sowohl von der Seitenlokoalisation als auch von der Topographie, der Therapie und den einzelnen Versuchspersonen vollkommen unbeeinflußt blieb. Dieses Verhalten läßt Rückschlüsse auf den Ursprung der periodischen Aktivität zu. Wenn auch ihr genauer Ausgangsort nicht lokalisiert werden kann, so muß dieser doch in subcorticalen Bereichen angenommen werden, da corticale Einflüsse wie Topographie und Seitenlokalisation die periodische Aktivität nicht veränderten. Auch können die stammhirnnahen Gebiete, die als Angriffsorte der Phenothiazine angesprochen werden (4, 5), als Ursprung der periodischen Aktivität ausgeschlossen werden, zeigten sich doch in der varianzanalytischen Untersuchung keine therapiebedingten Veränderungen.

Es muß demnach angenommen werden, daß die in die bioelektrische Hirnaktivität eingreifende Periodik an subcorticale, dem Stammhirn zugehörige Bezirke gebunden ist.

Gruppierungen signifikanter Maxima über bestimmten Frequenzbereichen sollten die Zuordnung der periodischen Aktivität zu spezifischen Frequenzen feststellen. Deutlich wurde eine derartige Gruppierung über dem Frequenzbereich von 0 - 0,06 Hz. Bemerkenswert war an dieser Gruppierung, daß in ihr mit 57,2 % fast 2/3 der nicht zufallsbedingten Variabilität enthalten war. Daraus kann gefolgert werden, daß die periodische Aktivität vornehmlich in niederen Frequenzbereichen zu suchen ist.

Der bei dem Gruppierungsnachweis über den höchsten Frequenzen auffallende Kurvenanstieg ist, wie in der Darstellung der Ergebnisse bereits erwähnt, artificiell bedingt. Diese scheinbare Gruppierung wird durch das Verhältnis von Integrationszeit zu Schwingungsdauer hervorgerufen, wenn dieses nicht in

einem ganzzahligen Verhältnis steht.

Bekannte physiologische Rhythmen (14), denen die über dem Frequenzbereich von o - o,o6 Hz gehäuft auftretenden periodischen Komponenten hätten zugeordnet werden können, fanden sich nicht. Demgegenüber war es anderen Autoren (6, 7, 17, 21, 22) möglich gewesen, die Übereinstimmung spezifischer Periodizität im Ablauf der paroxysmalen Dysrhythmie mit bekannten physiologischen Rhythmen aufzuzeigen.

Diese Periodizität verteilte sich jedoch überwiegend über dem Frequenzbereich von o,o2 - o,39 Hz und war damit mit den hier nachgewiesenen rhythmischen Komponenten nicht identisch.

Z U S A M M E N F A S S U N G

In Untersuchungen im Hinblick auf das rhythmische Verhalten der hirnelektrischen Aktivität haben KUNKEL, FENYÖ, HASZNOS und POOLE gezeigt, daß im Ablauf der paroxysmalen Dysrhythmie periodische Einflüsse wirksam werden. Dieses Ergebnis gab Anlaß, auch innerhalb der normalen elektrischen Hirnaktivität - und hier speziell innerhalb der alpha-Ausprägung - nach entsprechenden Rhythmen zu suchen. Die Untersuchungen wurden an EEG-Abschnitten von 1o an psychiatrischen Leiden erkrankten Patienten durchgeführt (4 Neurosen, 3 Schizophrenien, 3 andere Psychosen), bei denen jeweils vor und am 1o. Tage während hochdosierter Perazin-Behandlung (in 1o Tagen 6 g/Pat.) über einen Zeitraum von 1o min ein EEG registriert wurde. Diese insgesamt 2o EEG-Abschnitte wurden zunächst zur Isolierung des alpha-Frequenzbandes einer Bandfilterung unterzogen. Durch eine sich anschließende automatische Bandintegration wurde aus dem isolierten alpha-Frequenzband die Zeitfunktion der alpha-Ausprägung erstellt.

Eine nähere Charakterisierung erfuhr die Zeitfunktion durch Berechnung des arithmetischen Mittels - definiert als die mittlere alpha-Ausprägung - sowie den Variationskoeffizienten, den Quotienten aus Varianz und arithmetischem Mittel, der über die Variation der Ausprägung im Zeitablauf Auskunft gab. Beide Kenngrößen der Zeitfunktion wurden varianzanalytisch im Hinblick auf ihre Abhängigkeit von den Faktoren Therapie, Topographie, Seitenlokalisation und Versuchsperson untersucht. Die Ergebnisse bestätigten die bisherigen Erkenntnisse über die alpha-Ausprägung, indem diese Veränderungen in Abhängigkeit von Versuchsperson und Topographie aufwies. Die von frontal nach occipital hin zunehmende Ausprägung konnte ebenfalls bestätigt werden. Seitendifferenzen und therapiebedingte Einflüsse waren nicht zu verzeichnen. Ein diesen Ergebnissen in jeder Hinsicht entsprechendes Verhalten wurde

für den Variationskoeffizienten deutlich.

Aus der Zeitfunktion der alpha-Ausprägung wurde auf dem Wege über die Autokorrelationsfunktion mit anschließender Fouriertransformation das Leistungsspektrum mit seinen Konfidenzgrenzen ermittelt. Die in allen Leistungsspektren nachweisbaren signifikanten Maxima waren Ausdruck periodischer Aktivität innerhalb der alpha-Ausprägung. Mit 34,3 % war dabei die nicht zufallsbedingte Variabilität an der Gesamtvariabilität in einem unerwartet hohen Prozentsatz beteiligt. Zu 57,2 % lag die periodische Aktivität über dem niederen Frequenzbereich von o - o,o6 Hz. Eine Gruppierung signifikanter Maxima konnte lediglich in diesem niederen Frequenzbereich beobachtet werden. Jedoch wurden keine bekannten physiologischen Rhythmen gefunden, denen die periodischen Komponenten dieses Frequenzbereiches hätten zugeordnet werden können, wie sie KÜNKEL u.a. für die Periodik der paroxysmalen Dysrhythmie hatten nachweisen können.

Im Rahmen der varianzanalytischen Untersuchung konnten in Abhängigkeit von den oben angegebenen Faktoren für die Anzahl der Maxima individuelle und topographische Unterschiede verifiziert werden. Der Prozentanteil der Maxima erwies sich dagegen als konstante Größe, indem er als varianzanalytischer Parameter von allen vier Faktoren unbeeinflußt blieb. Die daraus resultierenden Mutmaßungen über den Ursprung der periodischen Aktivität richteten sich auf subcorticale, stammhirnnahe Strukturen. Es dürfte sich dabei sicherlich um Zentren handeln, die nicht in den Wirkbereich der Phenothiazine fallen.

L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

1 BENTE, D.: Zur Wirkung des Phenothiazinkörpers Megaphen auf das menschliche Hirnstrombild. Arzneimittelforschung 4 (1954) 418-423

2 BENTE, D., T. ITIL: Elektroencephalographische Befunde zur Wirkungsweise der neuroleptischen Behandlungsverfahren. Arzneimittelforschung 7 (1957) 611-615

3 BERGER, H.: Über das Elektroencephalogramm des Menschen; I. Mitteilung. Arch.Psychiat.Nervenkr. 87 (1929) 527-57o

4 BRÜCKE, F.TH.v., O. HORNYKIEWICZ: Pharmakologie der Psychopharmaka. (1966) 1o-15 Springer Verlag, Berlin - Heidelberg - New York

5 CÜPER, H., H. SELBACH: Klassifikation sowie pharmakologische und klinische Grundlagen der Psychopharmakotherapie. Der Internist 8 (1967) 313-322

6 FENYÖ, E., T. HASZNOS: Periodic EEG complexes in subacute penencephalitis: reactivity, reponse to drugs and respiratory relationships. Electroenceph.clin.Neurophysiol. 16 (1964) 446-458

7 FENYÖ, E., T. HASZNOS: Reactivity of the periodic EEG-complexes in patients with panencephalitis. Electroenceph.clin.Neurophysiol. 15 (1963) 339

8 HELMCHEN, H., H. KÜNKEL: EEG-Längsschnittuntersuchungen bei der Pharmakotherapie von Psychosen. Beitrag zur Faktorenanalyse der individuellen Hirnreaktionslage. Neuropsychopharm. 3 (1964) 469-473

9 HELMCHEN, H., H. KÜNKEL: Möglichkeiten quantitativer Auswertung elektroencephalographischer Verlaufsuntersuchungen bei neurologischer Behandlung. Med.Exp. 2 (196o) 95-1o2

1o HELMCHEN, H., H. KÜNKEL: Der Einfluß von EEG-Verlaufsuntersuchungen unter psychiatrischer Pharmakotherapie auf die Prognostik von Psychosen.
Arch.Psychiat.Nervenkr. 2o5 (1964) 1-18

11 JUNG, R.: Das Elektroencephalogramm und seine klinische Anwendung.
Nervenarzt 14 (1941) 57-7o und 1o4-117

12 JUNG, R.: Das Elektroencephalogramm und seine klinische Anwendung.
Nervenarzt 12 (1939) 569-591

13 JUNG, R.: Das Elektroencephalogramm.
Handbuch der Inneren Medizin Bd.v/1 (1953) 1216-1325 Springer Verlag, Berlin - Heidelberg, Göttingen

14 KOLPCHEN, H.P.: Die Blutdruckrhythmik.
Eine Untersuchung über die Bedeutung der zentralen Rhythmik für die nervöse Kreislaufsteuerung.
Steinkopff, Darmstadt (1962)

15 KREBS, F.A.: Quantitative Analyse des Elektroencephalogramms unter Perazin-Langzeitbehandlung.
Inaugural-Dissertation an der Freien Universität Berlin (1968)

16 KÜNKEL, H., M. WESTPHAL: Quantitativ EEG-analysis of pyrithioxine action.
Pharmako-Psychiat. 3 (197o) 41-49

17 KUNKEL, H.: Die Periodik der paroxysmalen Dysrhythmie im Elektroencephalogramm.
(1969) Thieme Verlag Stuttgart

18 KUGLER, J.: Elektroencephalographie in Klinik und Praxis.
Eine Einführung.
Thieme Verlag, Stuttgart (1966) XII

19 NIEBELING, H.G. Einführung in die Elektroencephalographie.
Joh.Ambros.Barth, Leipzig (1968)

2o PEARCE, S.C.: Biological Statistics. An Introduction.
(1965) 1-47, 1o6-1o7 Mac Graw-Hill Series in Probality and Statistics
New York, St. Louis, San Francisco

21 POOLE, E.W.: Nervous aktivity in relation to the respiratory cycle.
Nature (Lond.) 189 (1961) 579

22 POOLE, E.W.: Periodic EEG discharges in subacute encephalitis with reference to respibory and cardiac cycles.
Electroenceph.clin.Neurophysiol. 12 (196o) 759

23 POOLE, E.W.: The interrelationsship of respiration and the EEG complexes of subacute encephalitis.
Electroenceph.clin.Neurophysiol. 14 (1962) 294

24 SCHNEIDER, THOMALSKE, PERRIN und SIFFERMANN:
Die Modifikation des EEGs unter der Behandlung mit Psychopharmaka, Langzeitbehandlungen an Geisteskranken.
Der Nervenarzt 34 (1963) 521-53o

Herrn Professor Dr.med. Helmut Selbach,
Direktor der Psychiatrischen und Neurologischen Klinik I
der Freien Universität Berlin möchte ich für die Erlaubnis danken, diese Arbeit mit den Hilfsmitteln seiner Klinik durchführen zu können.

Herrn Professor Dr.med. Helmut Künkel,
Leiter der Abteilung für Klinische Neurophysiologie
und experimentelle Neurologie gilt mein besonderer Dank
für die Uberlassung des Dissertationsthemas sowie seine
wertvolle Beratung und ständige Bereitschaft den Fortgang der Arbeit hilfreich zu fördern.

Lebenslauf

Am 31.7.1943 wurde ich, Petra Sternberg, als Tochter des Nervenarztes Dr.med. Wilhelm Friedrich Sternberg und seiner Ehefrau Luise Sternberg, geb. Altpeter in Berlin geboren.
Nach vier Grundschuljahren an der Evangelischen Grundschule in Berlin-Steglitz wurde ich 1953 in die fünfte Klasse des Humanistischen Gymnasiums zu Berlin-Steglitz umgeschult. Dort bestand ich am 9.3.1962 das Abitur.
Im Sommersemester desselben Jahres nahm ich an der Freien Universität Berlin das Studium der Medizin auf.
Im März 1965 legte ich die ärztliche Vorprüfung und im Oktober 1968 die ärztliche Prüfung vor dem Prüfungsausschuss der Freien Universität Berlin ab.
Im Herbst 1968 begann meine klinische Tätigkeit als Medizinalassistentin auf den Inneren Abteilungen des Franziskus-Krankenhauses und - ab Januar 1969 - des St. Gertrauden-Krankenhauses, Berlin-Wilmersdorf. Anschließend arbeitete ich zwei Monate lang an der Dermatologischen Universitäts-Klinik im Klinikum Steglitz sowie viereinhalb Monate lang auf der Neurologischen und Psychiatrischen Abteilung des Städt. Rudolf-Virchow-Krankenhauses. Im gleichen Hause schloß ich meine Medizinalassistentenzeit mit einer viermonatigen Tätigkeit auf der Chirurgischen und Urologischen Abteilung ab.
Seitdem mir zum 1. Juli 1970 die Approbation erteilt wurde, bin ich als Assistenzärztin auf der Internen Abteilung des St.-Gertrauden-Krankenhauses bei Herrn Chefarzt Dr. H. Epping beschäftigt.